

1. انحلال حمض أو أساس في الماء

1. الحمض (Acide)

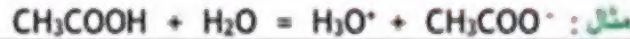
• تعريف الحمض حسب برونستد : هو كل فرد كيميائي قادر على فقدان بروتون H^+ أو أكثر .



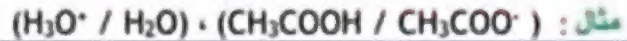
برونستد - لوري



• معادلة تفاعل الحمض مع الماء :



• الثنائية (أساس / حمض) :



(AH / A⁻)

2. جدول التقدم

• جدول التقدم

مثال :

المعادلة	$CH_3COOH + H_2O = H_3O^+ + CH_3COO^-$			
1. ح	$C_0 \cdot V$	0	0	
1. ح	$C_0 \cdot V - x$	x	x	بوفرة
ح. ن	$C_0 \cdot V - x_{max}$	x_{max}	x_{max}	

المعادلة	$AH + H_2O = H_3O^+ + A^-$			
1. ح	n_0	0	0	
1. ح	$n_0 - x$	x	x	بوفرة
ح. ن	$n_0 - x_{max}$	x_{max}	x_{max}	

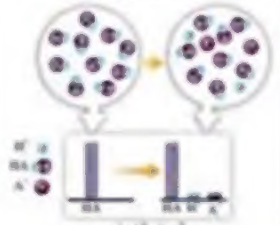
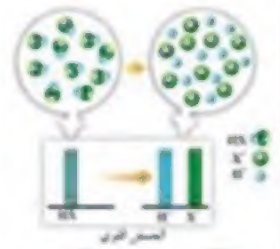
3. الحمض القوي و الحمض الضعيف و نسبة التقدم النهائي τ_f

• الحمض القوي : يتشرد كلياً في الماء (تفاعل تام) .

أمثلة : حمض كلور الهيدروجين HCl ، حمض الأزوت HNO₃ ، حمض الكبريت H₂SO₄ ...

• الحمض الضعيف : يتشرد جزئياً في الماء (تفاعل غير تام) .

أمثلة : حمض الميثانويك HCOOH ، حمض الايثانويك CH₃COOH ، حمض البنزويك C₆H₅COOH ...



$$[H_3O^+]_f = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_f \cdot V$$

• التقدم النهائي x_f : هو التقدم الذي من أجله تتوقف الجملة عن التطور (تجريبياً)

$$x_{max} - C_0 \cdot V = 0 \Rightarrow x_{max} = C_0 \cdot V$$

• التقدم الأقصى x_{max} : هو التقدم الذي من أجله تتعدم كمية مادة المتفاعل المحد (نظرياً)

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_0}$$

• نسبة التقدم النهائي :

• $\tau_f = 1$: التفاعل تام و الحمض قوي

• $\tau_f < 1$: التفاعل غير تام و الحمض ضعيف

4. كسر التفاعل Q_r و ثابت التوازن للحموضة K_a و pKa للثنائية (AH/A⁻)

مثال : انحلال حمض الايثانويك في الماء

1. معادلة انحلال حمض الايثانويك في الماء



2. كسر التفاعل Q_r

$$Q_r = \frac{[H_3O^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

3. ثابت التوازن للحموضة K_a

$$K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [CH_3COO^-]_f}{[CH_3COOH]_f}$$

4. pKa للثنائية (CH₃COOH/CH₃COO⁻)

$$pKa = -\log K_a$$

• معادلة انحلال حمض في الماء



• كسر التفاعل Q_r

$$Q_r = \frac{[H_3O^+] \cdot [A^-]}{[AH]}$$

• ثابت التوازن للحموضة K_a

$$Q_{rf} = K_a \Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$$

• pKa للثنائية (AH/A⁻)

$$K_a = 10^{-pKa} \Rightarrow pKa = -\log K_a$$



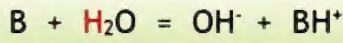
I. انحلال أساس في الماء

1. الأساس (Base)

■ تعريف الأساس حسب برنستد : هو كل فرد كيميائي قادر على اكتساب بروتون H^+ أو أكثر .



برنستد - لوري



■ معادلة تفاعل الأساس مع الماء :



(BH^+ / B)

■ الثنائية (أساس / حمض) : لكل حمض أساس مرافق و لكل أساس حمض مرافق



2. جدول التقدم

■ جدول التقدم

مثال :

المعادلة	NH_3	$+ H_2O =$	OH^-	$+ NH_4^+$
! . ح	n_b		0	0
! . ح	$n_b - x$	بوفرة	x	x
ن . ح	$n_b - x_{max}$		x_f	x_f

المعادلة	B	$+ H_2O =$	OH^-	$+ BH^+$
! . ح	n_b		0	0
! . ح	$n_b - x$	بوفرة	x	x
ن . ح	$n_b - x_{max}$		x_f	x_f

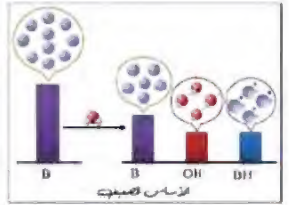
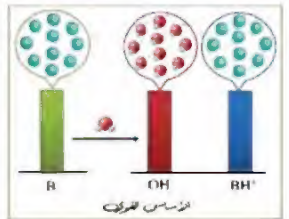
3. الحمض القوي و الحمض الضعيف و نسبة التقدم النهائي τ_f

■ الأساس القوي : يتشرد كلياً في الماء (تفاعل تام) .

أمثلة : هيدروكسيد الصوديوم NaOH ، هيدروكسيد البوتاسيوم KOH ...

■ الأساس الضعيف : يتشرد جزئياً في الماء (تفاعل غير تام) .

أمثلة : النشادر NH_3 ، الايثانات CH_3COO^- ...



$$[OH^-]_f = \frac{x_f}{V} \Rightarrow x_f = [OH^-]_f \cdot V$$

■ التقدم النهائي x_f : هو التقدم الذي من اجله تتوقف الجملة عن التطور (تجريبياً)

$$x_{max} - C_0 \cdot V = 0 \Rightarrow x_{max} = C_0 \cdot V$$

■ التقدم الاعظمي x_{max} : هو التقدم الذي من اجله تنعدم كمية مادة المتفاعل المحد (نظرياً)

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_0}$$

■ نسبة التقدم النهائي :

■ $\tau_f = 1$: التفاعل تام و الأساس قوي

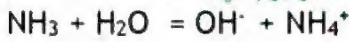
■ $\tau_f < 1$: التفاعل غير تام و الأساس ضعيف

ملاحظة : نسبة التقدم النهائي τ_f تتعلق بالتركيز الابتدائية (الحالة الابتدائية للجملة)

4. كسر التفاعل Q_r و ثابت التوازن للحموضة K_a و pKa للثنائية (BH^+ / B)

مثال : انحلال الامونيوم في الماء

1. معادلة انحلال الامونيوم في الماء



2. كسر التفاعل Q_r

$$Q_r = \frac{[OH^-] \cdot [NH_4^+]}{[NH_3]}$$

3. ثابت التوازن للحموضة K_a

$$K = \frac{[OH^-]_f \cdot [NH_4^+]_f}{[NH_3]_f} = \frac{K_e}{K_a}$$

$$\Rightarrow K_a = K_e \cdot \frac{[NH_3]_f}{[OH^-]_f \cdot [NH_4^+]_f}$$

4. pKa للثنائية (NH_4^+ / NH_3)

$$pKa = -\log K_a$$

■ معادلة انحلال الأساس في الماء



■ كسر التفاعل Q_r

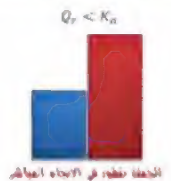
$$Q_r = \frac{[OH^-] \cdot [BH^+]}{[B]}$$

■ ثابت التوازن للحموضة K_a

$$Q_{rf} = K \Rightarrow K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f} = \frac{K_e}{K_a}$$

■ pKa للثنائية (BH^+ / B)

$$K_a = 10^{-pKa} \Rightarrow pKa = -\log K_a$$

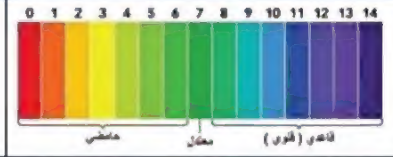
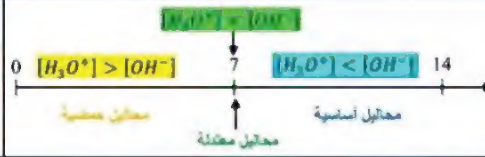


ملاحظة : ثابت التوازن K_a لا يتعلق بالتركيز الابتدائية (الحالة الابتدائية للجملة)

1. pH محلول مائي

1. سلم الـ pH

- إذا كان $pH < 7$ فإن الوسط حامضي
- إذا كان $pH > 7$ فإن الوسط قاعدي
- إذا كان $pH = 7$ فإن الوسط معتدل



2. الـ pH

الأس الهيدروجيني : pH
تركيز شوارد الهيدرونيوم : $[H_3O^+]$ (mol/L)

المحاليل الممددة و عند $\theta = 25^\circ C$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH}$$

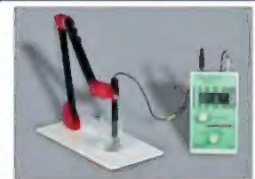
$$\Rightarrow pH = -\log [H_3O^+]$$

3. الناقلية النوعية σ

$[H_3O^+]$ (mol/L) تركيز شوارد الهيدرونيوم :
 σ : (S/m) الناقلية النوعية :
 $\lambda_{H_3O^+}$: (mS.m²/mol) ناقلية نوعية شاردية :
 λ_{A^-} : (mS.m²/mol) ناقلية نوعية شاردية :

$$\sigma = [H_3O^+] \cdot \lambda_{H_3O^+} + [A^-] \cdot \lambda_{A^-}$$

$$\Rightarrow [H_3O^+] = \frac{\sigma}{(\lambda_{H_3O^+} + \lambda_{A^-})}$$

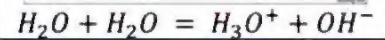
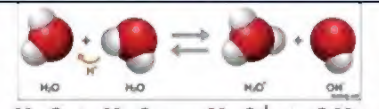


4. الجداء الشاردي للماء

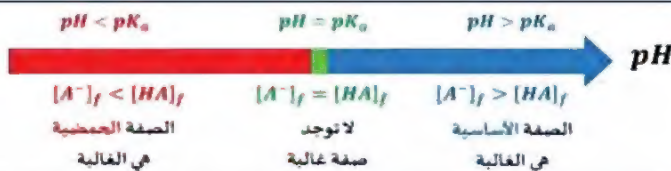
ثابت توازن الماء : K_e
 $[H_3O^+]$ (mol/L) تركيز شوارد الهيدرونيوم :
 $[OH^-]$ (mol/L) تركيز شوارد الهيدروكسيد :

$$K_e = [H_3O^+] \cdot [OH^-]$$

$$K_e = 10^{-14}$$



5. الصفة الغالبة

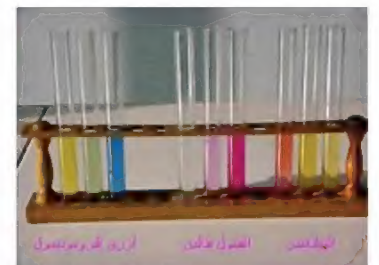
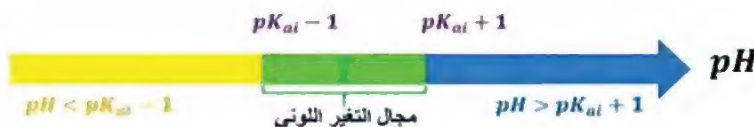


$$pH = pK_a + \log \frac{[A^-]}{[AH]}$$

- إذا كان $pH > pK_a$ فإن $[AH] < [A^-]$: الصفة الغالبة قاعدية و الفرد الغالب الأساس A^-
- إذا كان $pH < pK_a$ فإن $[AH] > [A^-]$: الصفة الغالبة حمضية و الفرد الغالب الحمض AH
- إذا كان $pH = pK_a$ فإن $[AH] = [A^-]$: لا توجد صفة غالبة ولا يوجد فرد غالب .

6. الكاشف الملون HIn

- الكاشف الملون : عبارة عن ثنائية (أساس/ حمض) يتغير لونه حسب الوسط الموجود فيه حمض أو أساس.
- رمز الثنائية (أساس / حمض) للكاشف الملون : (HIn/In^-)
- معادلة تفكك الكاشف الملون في الماء : $HIn + H_2O = H_3O^+ + In^-$
- مجال تغير لون الكاشف الملون :



لون الأساس	مجال التغير اللوني	لون الحمض	الكاشف الملون
أصفر	3,1 - 4,4	أحمر	الهيلانثين
أزرق	6 - 7,6	أصفر	أزرق البروموتيمول
بنفسجي	8,2 - 10	شفاف	الفينول فتالين

I. أهم براهين العلاقات

الوسط الأساسي

الوسط الحمضي

1. جدول تقدم التفاعل :

1. جدول تقدم التفاعل :

■ محلول مائي لأساس B حجمه V_b تركيزه المولي C_b .

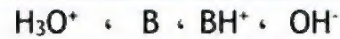
■ محلول مائي لحمض HA حجمه V_a تركيزه المولي C_a .

المعادلة	B	+ H ₂ O = OH ⁻ + BH ⁺		
ح. !	$C_b \cdot V_b$		0	0
ح. !	$C_b \cdot V_b - x$	بوفرة	x	x
ح. ن	$C_b \cdot V_b - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

المعادلة	AH	+ H ₂ O = H ₃ O ⁺ + A ⁻		
ح. !	$C_a \cdot V_a$		0	0
ح. !	$C_a \cdot V_a - x$	بوفرة	x	x
ح. ن	$C_a \cdot V_a - x_{max}$		x_{max}	x_{max}

2. الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول

2. الأفراد الكيميائية المتواجدة في المحلول



3. إيجاد تراكيز الأفراد الكيميائية

3. إيجاد تراكيز الأفراد الكيميائية

$$[BH^+] = [OH^-] \quad [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$$

$$[A^-] = [H_3O^+] \quad [H_3O^+] = 10^{-pH}$$

$$[H_3O^+] = 10^{-pH} \text{ مهمل} \quad [B] = C_b - [BH^+]$$

$$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} \text{ مهمل} \quad [AH] = C_a - [A^-]$$

4. نسبة التقدم النهائي τ_f 4. نسبة التقدم النهائي τ_f

$$أ. \text{ بيه أه : } \tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_b}$$

$$أ. \text{ بيه أه : } \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a}$$

$$\begin{aligned} & C_b \cdot V_b - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_b \cdot V_b \\ & n(OH^-)_f = x_f \Rightarrow x_f = [OH^-]_f \cdot V_b \\ & \tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[OH^-]_f \cdot V_b}{C_b \cdot V_b} \Rightarrow \tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_b} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & C_a \cdot V_a - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_a \cdot V_a \\ & n(H_3O^+)_f = x_f \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_f \cdot V_a \\ & \tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f \cdot V_a}{C_a \cdot V_a} \Rightarrow \tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a} \end{aligned}$$

$$ب. \text{ بيه أه : } \tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b}$$

$$ب. \text{ بيه أه : } \tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a}$$

$$\begin{aligned} & C_b \cdot V_b - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_b \cdot V_b \\ & n(OH^-)_f = x_f \Rightarrow x_f = [OH^-]_f \cdot V_b \\ & \Rightarrow x_f = \frac{10^{-14}}{[H_3O^+]_f} \cdot V_b \Rightarrow x_f = \frac{10^{-14}}{10^{-pH}} \cdot V_b \\ & \tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{pH-14} \cdot V_b}{C_b \cdot V_b} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{pH-14}}{C_b} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & C_a \cdot V_a - x_{max} = 0 \Rightarrow x_{max} = C_a \cdot V_a \\ & n(H_3O^+)_f = x_f \Rightarrow x_f = [H_3O^+]_f \cdot V_a \\ & \Rightarrow x_f = 10^{-pH} \cdot V_a \\ & \tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{-pH} \cdot V_a}{C_a \cdot V_a} \Rightarrow \tau_f = \frac{10^{-pH}}{C_a} \end{aligned}$$

5. ثابت التوازن K

5. ثابت التوازن K

$$أ. \text{ بيه أه : } Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f^2}{C - [OH^-]_f}$$

$$أ. \text{ بيه أه : } Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C - [H_3O^+]_f}$$

$$\begin{aligned} & Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f [BH^+]_f}{[B]_f} \\ & [BH^+]_f = [OH^-]_f \\ & [B]_f = C_b - [BH^+]_f = C_b - [OH^-]_f \\ & \Rightarrow K = \frac{[OH^-]_f^2}{C_b - [OH^-]_f} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f [A^-]_f}{[AH]_f} \\ & [A^-]_f = [H_3O^+]_f \\ & [AH]_f = C_a - [A^-]_f = C_a - [H_3O^+]_f \\ & \Rightarrow K_a = \frac{[H_3O^+]_f^2}{C_a - [H_3O^+]_f} \end{aligned}$$

I. أهم براهين العلاقات

<p>ب. ييه أه : $Q_{rf} = K = \frac{K_e}{K_a}$</p> <p> $Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f}$ $K_e = [H_3O^+]_f \cdot [OH^-]_f$ $\Rightarrow K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f} \cdot \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f}$ $\Rightarrow K = \frac{K_e \cdot [BH^+]_f}{[B]_f \cdot [H_3O^+]_f} \Rightarrow K = \frac{K_e}{K_a}$ </p>	<p>ب. ييه أه : $K_a = \frac{10^{-2pH}}{C_a - 10^{-pH}}$</p> <p> $Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$ $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$ $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = [A^-]_f = 10^{-pH}$ $[AH]_f = C_a - [A^-]_f = C_a - 10^{-pH}$ $K_a = \frac{10^{-pH} \cdot 10^{-pH}}{C_a - 10^{-pH}} \Rightarrow K_a = \frac{10^{-2pH}}{C_a - 10^{-pH}}$ </p>
<p>ز. ييه أه : $K = \frac{C_b \cdot \tau_f^2}{1 - \tau_f}$</p> <p> $Q_{rf} = K = \frac{[OH^-]_f \cdot [BH^+]_f}{[B]_f}$ $\tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C_b} \Rightarrow [OH^-]_f = \tau_f \cdot C_b$ $[BH^+]_f = [OH^-]_f = \tau_f \cdot C_b$ $[B]_f = C_b - [BH^+]_f = C_b - \tau_f \cdot C_b = C_b(1 - \tau_f)$ $\Rightarrow K = \frac{\tau_f \cdot C_b \cdot \tau_f \cdot C_b}{C_b(1 - \tau_f)} \Rightarrow K = \frac{\tau_f^2 \cdot C_b}{1 - \tau_f}$ </p>	<p>ز. ييه أه : $K_a = \frac{C_a \cdot \tau_f^2}{1 - \tau_f}$</p> <p> $Q_{rf} = K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$ $\tau_f = \frac{[H_3O^+]_f}{C_a} \Rightarrow [H_3O^+]_f = \tau_f \cdot C_a$ $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = \tau_f \cdot C_a$ $[AH]_f = C_a - [A^-]_f = C_a - \tau_f \cdot C_a = C_a(1 - \tau_f)$ $\Rightarrow K_a = \frac{\tau_f \cdot C_a \cdot \tau_f \cdot C_a}{C_a(1 - \tau_f)} \Rightarrow K_a = \frac{\tau_f^2 \cdot C_a}{1 - \tau_f}$ </p>

6. الصفة الغالبة

<p>ب. ييه أه : $pH = pK_a + \log\left(\frac{\tau_f}{1 - \tau_f}\right)$</p> <p> $K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$ $K_a = 10^{-pK_a}$ $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$ $[A^-]_f = [H_3O^+]_f = \tau_f \cdot C_a$ $[AH]_f = C_a - [A^-]_f = C_a \cdot (1 - \tau_f)$ $\Rightarrow 10^{-pK_a} = \frac{10^{-pH} \cdot \tau_f \cdot C_a}{C_a \cdot (1 - \tau_f)}$ $\Rightarrow \log 10^{-pK_a} = \log 10^{-pH} + \log \frac{\tau_f}{1 - \tau_f}$ $\Rightarrow pH = pK_a + \log\left(\frac{\tau_f}{1 - \tau_f}\right)$ </p>	<p>أ. ييه أه : $pH = pK_a + \log \frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$</p> <p> $K_a = \frac{[H_3O^+]_f \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$ $K_a = 10^{-pK_a}$ $[H_3O^+]_f = 10^{-pH}$ $\Rightarrow 10^{-pK_a} = \frac{10^{-pH} \cdot [A^-]_f}{[AH]_f}$ $\Rightarrow \log 10^{-pK_a} = \log 10^{-pH} + \log \frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$ $\Rightarrow pH = pK_a + \log \frac{[A^-]_f}{[AH]_f}$ </p>
---	---

II . مراقبة تطور جملة كيميائية

1. تنكير : مكتسبات قبلية

1. الألكانات

n عدد ذرات C	الصيغة المجملية C_nH_{2n+2}	الصيغة النصف مفصلة	التسمية على وزن " الكان "
1	CH_4	CH_4	ميثان
2	C_2H_6	$CH_3 - CH_3$	إيثان
3	C_3H_8	$CH_3 - CH_2 - CH_3$	بروبان
4	C_4H_{10}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	بيوتان
5	C_5H_{12}	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - CH_3$	بنتان

2. الجذور الألكيلية

n عدد ذرات C	الصيغة المجملية C_nH_{2n+1}	الصيغة النصف مفصلة	التسمية على وزن " الكيل "
1	$CH_3 -$	$CH_3 -$	ميثيل
2	$C_2H_5 -$	$CH_3 - CH_2 -$	إيثيل
3	$C_3H_7 -$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 -$	بروبيل
4	$C_4H_9 -$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 -$	بيوتيل

3. الأحماض الكربوكسيلية

n عدد ذرات C	الصيغة المجملية $C_nH_{2n+1} - COOH$	الصيغة النصف مفصلة	التسمية على وزن " حمض الألكانويك "
0	$H - COOH$	$H - COOH$	حمض الميثانويك
1	$CH_3 - COOH$	$CH_3 - COOH$	حمض الإيثانويك
2	$C_2H_5 - COOH$	$CH_3 - CH_2 - COOH$	حمض البروبانويك
3	$C_3H_7 - COOH$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$	حمض البيوتانويك
4	$C_4H_9 - COOH$	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - COOH$	حمض البنثانويك

4. الكحولات

n عدد ذرات C	الصيغة المجملية $C_nH_{2n+1} - OH$	الصيغة النصف مفصلة	التسمية على وزن " الكانول "
1	CH_3OH	$CH_3 - OH$	ميثانول (أولي)
2	C_2H_5OH	$CH_3 - CH_2 - OH$	إيثانول (أولي)
3	C_3H_7OH	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - OH$	بروبان-1- أول (أولي)
		$CH_3 - \overset{OH}{\underset{ }{CH}} - CH_3$	بروبان-2- أول (ثانوي)
4	C_4H_9OH	$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$	بيوتان-1- أول (أولي)
		$CH_3 - \overset{OH}{\underset{ }{CH}} - CH_2 - CH_3$	بيوتان-2- أول (ثانوي)
		$CH_3 - \overset{OH}{\underset{ }{C}} - CH_3$ CH_3	2- ميثيل بروبان-2- أول (ثالثي)

5. أصناف الكحولات

صنف الكحول	الصيغة العامة	الكربون الوظيفي
كحول أولي	$R - CH_2 - OH$	الكربون الوظيفي مرتبط بذرتي H
كحول ثانوي	$R - \overset{R'}{\underset{ }{CH}} - OH$	الكربون الوظيفي مرتبط بذرة واحدة من H
كحول ثالثي	$R - \overset{R'}{\underset{ }{\underset{R''}{C}}} - OH$	الكربون الوظيفي لا يرتبط بأي ذرة H

ملاحظة : R, R', R'' : جذور ألكيلية

6. الاستر E

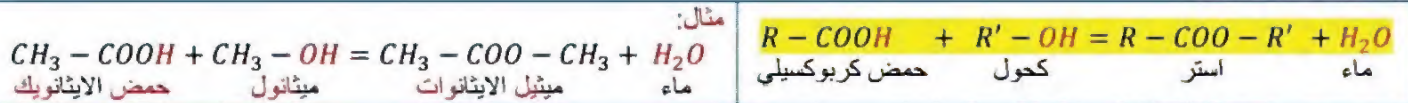
■ تعريف الاستر : هو مركب عضوي يمكن اصطناعه من تفاعل حمض كربوكسيلي مع كحول.

الصيغة العامة للاستر $C_nH_{2n}O_2$	الصيغة النصف مفصلة : $R - COO - R'$	التسمية : على وزن " الكانوات الألكيل "
مثال : $C_5H_{10}O_2$ حيث : $n \geq 2$ الكتلة المولية للاستر : $M = 14n + 32$	مثال : $CH_3 - C(=O) - O - CH_2 - CH_2 - CH_3$	<ul style="list-style-type: none"> من الحمض : تحذف حمض و نستبدل ويك بوات من الكحول : نستبدل انول بـ يل مثال : إيثانوات البروب - 1 - يل

II . مراقبة تطور جملة كيميائية

2. تفاعلات الأسترة

1. معادلة تفاعل الأسترة



2. خصائص تفاعل الأسترة

نلخصها في كلمة "ملا ب". محدود ، لا حراري ، بطيء

3. جدول التقدم

المزيج متساوي المولات : $n_0(\text{كحول}) = n_0(\text{حمض كربوكسيلي})$

		$R - COOH$	+	$R' - OH$	=	$R - COO - R'$	+	H_2O
ح . ابتدائية	0	n_0		n_0		0		0
ح . إنتقالية	x	$n_0 - x$		$n_0 - x$		x		x
ح . نهائية	x_f	$n_0 - x_f$		$n_0 - x_f$		x_f		x_f

4. مردود الأسترة r

$r = 67\%$: كحول اولي : $r = \tau_f \cdot 100 = \frac{x_f}{x_{max}} \cdot 100 \Rightarrow r = \frac{n_f(\text{استر})}{n_0(\text{حمض})} \cdot 100$
 $r = 60\%$: كحول ثانوي :
 $r \in [5\% ; 10\%]$: كحول ثالثي :

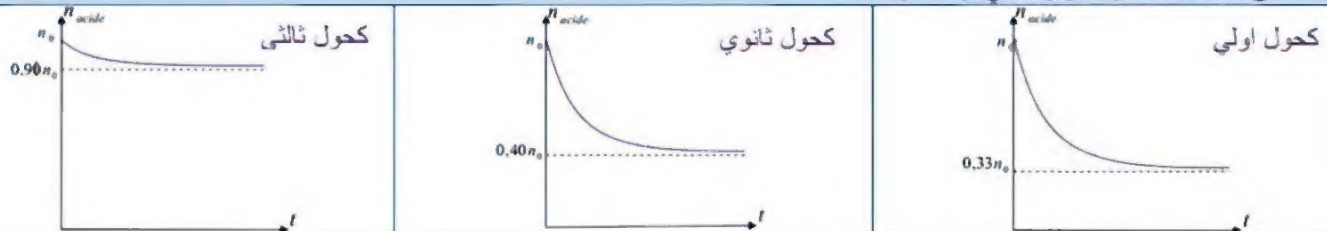
5. ثابت التوازن K

$K = 4$: كحول اولي : $K = \frac{[R - COO - R']_f \cdot [H_2O]_f}{[R - COOH]_f \cdot [R' - OH]_f} \Rightarrow K = \frac{n_f(\text{استر}) \cdot n_f(\text{ماء})}{n_f(\text{حمض}) \cdot n_f(\text{كحول})}$
 $K = 2.25$: كحول ثانوي :

6. منحني تشكل الأستر او الماء



7. منحني اختفاء الحمض الكربوكسيلي او الكحول



8. جهة تطور التفاعل

- إذا كان $Q_{ri} < K$ الجملة تتطور في الاتجاه المباشر (أسترة)
- إذا كان $Q_{ri} > K$ الجملة تتطور في الاتجاه المعاكس (اماهة)
- إذا كان $Q_{ri} = K$ الجملة في حالة توازن

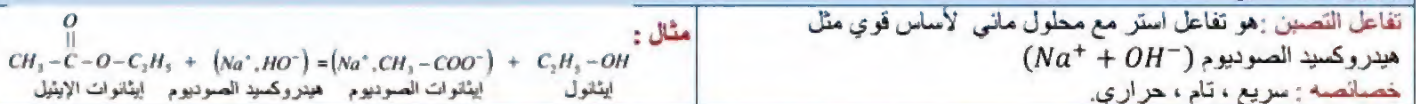
9. مراقبة السرعة

سرعة التفاعل : $v = \frac{dn_{\text{ستر}}}{dt}$
 تزداد سرعة التفاعل بـ : 1. رفع درجة حرارة المزيج
 2. اضافة وسيط مناسب
 3. اضافة حمض الكبريت المركز

10. مراقبة المردود

مردود التفاعل : $r = \frac{n_f(\text{استر})}{n_0(\text{حمض})} \cdot 100$
 يزداد مردود التفاعل بـ : 1. حذف احد النواتج مثلا : حذف الماء
 2. تغيير صنف الكحول : كحول اولي $r = 67\%$ ، كحول ثانوي $r = 60\%$ ، ...
 3. استعمال مزيج غير متساوي المولات : $n_0(\text{كحول}) \neq n_0(\text{حمض كربوكسيلي})$

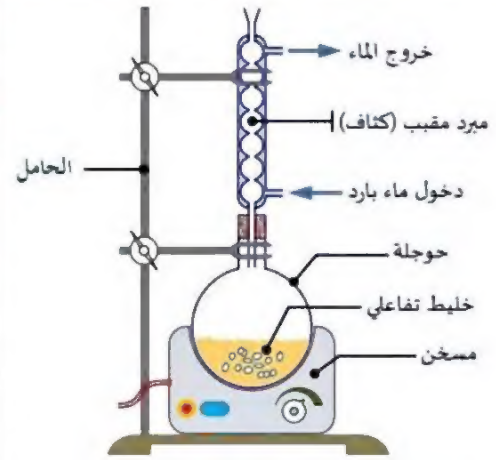
11. تفاعل التصبن



II . مراقبة تطور جملة كيميائية

3. اهم البرتوكولات التجريبية لتفاعلات الاسترة

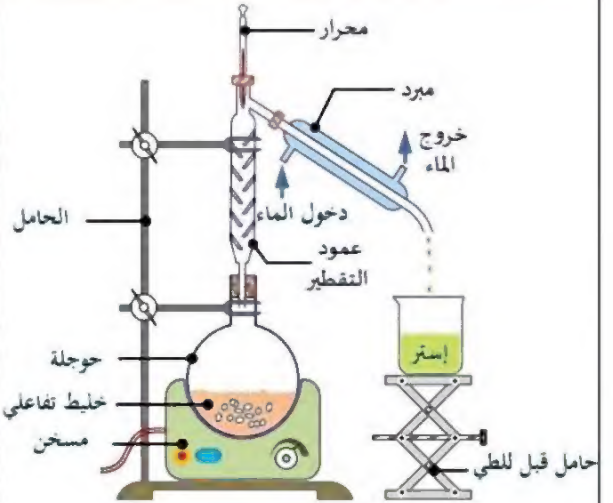
1. عملية التسخين بالارتداد



التجهيز التجريبي للتسخين بالارتداد

- البرتوكول التجريبي :**
- الهدف من التجربة :** تسريع التفاعل و عدم ضياع كمية مادة المتفاعلات و النواتج .
 - الادوات المستعملة :**
 - الزجاجيات :** حجولة + سدادة ، مكثف مقبب ، ماصة عيارية ، بيشر .
 - المحاليل :** الحمض الكربوكسيلي، الكحول ، الماء المقطر، ماء الحنفية ، حمض الكبريت المركز ، الحجر الهش .
 - الاجهزة :** سخان كهربائي ، حامل .
 - خطوات العمل :** 1. نضع الحمض الكربوكسيلي و الكحول مع اضافة قطرات من حمض الكبريت المركز ونضيف الحجر الهش (لموازنة درجة حرارة المزيج) في حجولة ثم نسددها بسدادة و نوصلها بالمبرد (المكثف) .
 1. نضع الحجولة فوق السخان الكهربائي و نبدأ في عملية التسخين فيبدأ تشكل الاستر .
 2. نوصل المبرد بماء الحنفية للتبريد والمحافظة على المتفاعلات و النواتج .
 3. لجمع الاستر الناتج بعد نهاية التفاعل نترك الحجولة تبرد ثم نضيف لها الماء البارد مالح بكور الصوديوم .
 4. نضيف كربونات الكالسيوم للتخلص من الاحماض ثم نضيف كبريتات المغنسيوم اللامائية لتجفيف الاستر ثم نقوم بعملية الترشيح فنتحصل على استر نقي .

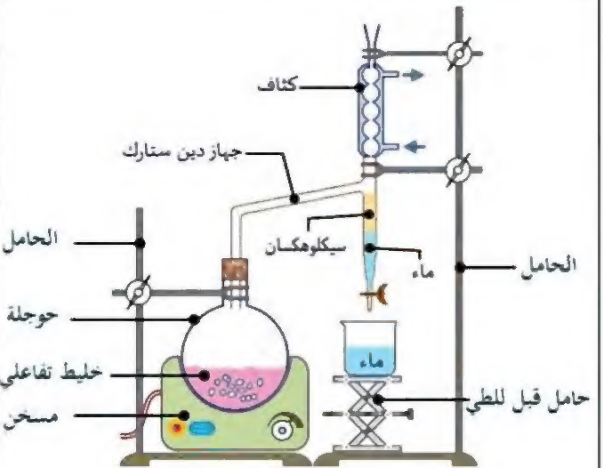
2. عملية التقطير المجزأ



التجهيز التجريبي لتقطير الاستر

- البرتوكول التجريبي :**
- الهدف من التجربة :** نزع الاستر أثناء تشكله و رفع مردود الاسترة .
 - الادوات المستعملة :**
 - الزجاجيات :** حجولة + سدادة ، عمود التقطير ، مكثف (مبرد) ، ماصة عيارية ، بيشر .
 - المحاليل :** الحمض الكربوكسيلي، الكحول ، الماء المقطر، ماء الحنفية ، حمض الكبريت المركز ، الحجر الهش .
 - الاجهزة :** سخان كهربائي ، حامل ، حامل قابل للطي .
 - خطوات العمل :** نستعمل هذه الطريقة اذا كانت درجة غليان الاستر اقل من درجة غليان الحمض و الكحول و الماء .
 1. نضع الحمض الكربوكسيلي و الكحول مع اضافة قطرات من حمض الكبريت المركز ونضيف الحجر الهش (لموازنة درجة حرارة المزيج) في حجولة ثم نسددها بسدادة و نوصلها بعمود التقطير ثم بالمبرد (المكثف) .
 2. نضع الحجولة فوق السخان الكهربائي و نبدأ في عملية التسخين فيبدأ تفاعل الاسترة .
 3. نوصل المبرد بماء الحنفية للتبريد .
 4. يتبخر الاستر المتشكل ثم يتكاثف في المبرد و نجمعه في بيشر به ماء بارد مالح .
 5. نضيف كربونات الكالسيوم للتخلص من الاحماض ثم نضيف كبريتات المغنسيوم اللامائية لتجفيف الاستر ثم نقوم بعملية الترشيح فنتحصل على استر نقي .

3. عملية التقطير (جهاز دين ستارك)



التجهيز التجريبي لتقطير الماء

- البرتوكول التجريبي :**
- الهدف من التجربة :** نزع الماء أثناء تشكله و رفع مردود الاسترة .
 - الادوات المستعملة :**
 - الزجاجيات :** حجولة + سدادة ، مكثف مقبب ، جهاز دين ستارك ، ماصة عيارية ، بيشر .
 - المحاليل :** الحمض الكربوكسيلي، الكحول ، الماء المقطر، ماء الحنفية ، حمض الكبريت المركز ، الحجر الهش .
 - الاجهزة :** سخان كهربائي ، حامل ، حامل قابل للطي .
 - خطوات العمل :**
 1. نضع الحمض الكربوكسيلي و الكحول مع اضافة قطرات من حمض الكبريت المركز ونضيف الحجر الهش ثم نضيف السيكلو هكسان في حجولة ثم نسددها بسدادة و نوصلها بجهاز دين ستارك ثم بالمبرد (المكثف) .
 2. نضع الحجولة فوق السخان الكهربائي و نبدأ في عملية التسخين فيبدأ تفاعل الاسترة .
 3. نوصل المبرد بماء الحنفية للتبريد .
 4. يتبخر الماء المتحد مع السيكلو هكسان لان درجة غليانه اقل ثم يتكاثف و ينزلان في جهاز دين ستارك بحيث يكون الماء في الاسفل .
 5. نفتح صنبور جهاز دين ستارك فينزل الماء في البيشر .